HERDERITE
=
PENFIELD

Über

die Krystallform des Herderit.

Von

S. L. Penfield.

(Mit 15 Textfiguren.)

(Separat-Abdruck aus: »Zeitschrift für Krystallographie etc.« XXIII. 1/2.)

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1894.

JSL
RTL013330

VII. Ueber die Krystallform des Herderit.

Von

S. L. Penfield in New Haven.

(Mit 15 Textfiguren.)

Im Sommer vergangenen Jahres erhielt Herr H. Wells von Herrn L. K. Stone in Paris (Maine) eine Anzahl Stücke eines unbekannten Minerals zur Bestimmung eingesendet. Dieselben waren zu Paris in Maine, jedoch nicht an der bekannten Localität Mt. Mica, gesammelt worden. Die Stücke zeigen wohlausgebildete, durchsichtige und nahezu farblose monokline Krystalle bis zu 6 mm Länge und 2 mm Durchmesser, welche grösstentheils auf Quarz, einige aber auch auf Feldspath aufgewachsen sind. Ihre Härte ist nur wenig über 5. Vor dem Löthrohre blähen sie sich auf, werden weiss und schmelzen alsdann bei ungefähr 4 zu einem weissen, blasigen Email; eine schwach grüne Flammenfärbung deutet auf Phosphorsäure. Im geschlossenen Rohre erhitzt werden die Krystalle weiss, schleudern ziemlich heftig ein feines, schuppiges Pulver oder Staub von sich und liefern ein Wasser, das nur eine sehr schwach saure Reaction zeigt. In Salzsäure ist das Mineral völlig, wenn auch langsam, löslich. Alle diese Eigenschaften, welche auf kein bekanntes Mineral zu deuten sind, legten die Vermuthung nahe, dass eine neue Verbindung vorliege. Es wurde daher alles verfügbare Material sorgfältigst zur Analyse ausgelesen und etwa anhaftender Quarz oder Muttergestein mit schwerer Lösung getrennt; es wurden so etwa 1,5 g reines Material zur Analyse erhalten, welche Herr Wells auszuführen die Güte hatte. Die Analyse ergab nun die interessante Thatsache, dass das Mineral Herderit ist und zwar ein solcher ohne Fluorgehalt, in dieser Beziehung also einer von Wells und mir beschriebenen Varietät*) von Hebron in Maine nahesteht. Die Analyse dieses Minerals von beiden genannten Fundorten ergab folgende Werthe:

*) H. L. Wells und S. L. Penfield, über Herderit von Hebron in Maine, Americ. Journ. Sc. 1892, III, **44**, 114; der Inhalt dieser Abhandlung ist in der vorliegenden Arbeit im Wesentlichen wiedergegeben.

	Paris:	Hebron. Nach Abzug von 5,27 % Verunreinigung:	Berechnet für $Ca[Be.(OH)]PO_4$
Spec. Gew.	2,952	2,975	—
P_2O_5	44,05	43,08	44,10
BeO	16,13	16,18	15,53
CaO	34,04	(34,35)	34,78
H_2O b. Glühen	5,85	6,15	5,59
Fl	—	0,42	—
Unlöslich	0,44	—	—
	100,51	100,18	100,00

Wie aus den Analysen hervorgeht, liegt eine ganz bestimmte Varietät dieses Minerals vor, welche als »Hydroherderit« von der fluorhaltigen unterschieden werden mag. Sie findet sich, wie die Analyse ausweist, völlig rein und kann sehr leicht durch ihr Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre erkannt werden. Dagegen liegt bis jetzt keinerlei Beweis für die Existenz des reinen Fluorherderit $Ca(BeFl).PO_4$ vor. Mackintosh*) stellt zwar eine solche Formel für das Mineral von Stoneham in Maine auf, er hat indessen nicht auf das Vorhandensein von Wasser geprüft, ebenso auch keine directe Fluorbestimmung vorgenommen, sondern letzteres, wie er angiebt, aus dem Ueberschusse an Kalk berechnet. D. N. Harper**) und ich haben indessen gezeigt, dass der Herderit von Stoneham sowohl Hydroxyl wie Fluor enthält, und zwar im Verhältnisse 3 : 2, ihm also die Formel $Ca[Be(OH.Fl)]PO_4$ zukommt, in welcher OH und Fl als isomorphe Vertreter angenommen wurden. Diese letztere Varietät, welche als »Hydrofluor-Herderit« bezeichnet werden möge, kann ebenfalls leicht durch ihr Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre erkannt werden, indem beim intensiven Erhitzen saures Wasser ausgetrieben wird, welches das Glas ätzt und einen Absatz von Kieselsäure bildet. Aus der Quantität frei gewordener Flusssäure wurde geschlossen, dass das Fl und OH an Beryllium gebunden sind und nicht an das mehr basische Calcium.

Die hervorragendste Eigenthümlichkeit des Herderits von dieser neuen Localität ist indessen seine monokline Krystallform. Die Auffindung dieses Umstandes hat mich dahin geführt, auch die Mineralien der anderen Fundorte zu untersuchen und wie weiterhin gezeigt worden mit dem Resultate, dass der Herderit stets monoklin und nicht rhombisch krystallisirt.

Unter dem Herderitmaterial von dem genannten neuen Fundorte fanden sich nur einige kleine Krystalle, welche sich zu goniometrischen

*) Americ. Journ. Sc. 1884, III, **27**, 137. Diese Zeitschr. **9**, 278.

) Ebenda 1886, III, **32, 107. Diese Zeitschr. **12**, 499.

Messungen eigneten. Sie waren stets so aufgewachsen, dass nur ein Theil der Flächen entwickelt war, von den letzteren sind einige gekrümmt und liefern deshalb nur verschwommene Reflexe, die Mehrzahl indessen ist von guter Beschaffenheit und namentlich frei von Vicinalflächen, welche vorherrschen an den Herderitkrystallen von Stoneham. Bei der Beschreibung der Krystalle ist die Dana'sche Stellung*) derselben, sowie auch dessen Buchstabenbezeichnung, so weit als möglich, angenommen worden.

Fig. 1.

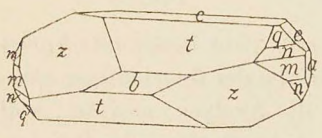


Fig. 2.

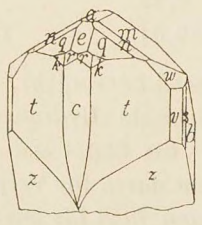
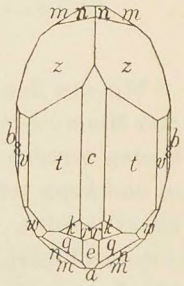


Fig. 3.



Der Habitus der Krystalle ist ersichtlich aus den Figg. 1—3. Fig. 1 ist so gezeichnet, dass $(0\bar{1}0)$ nach vorn gewendet und Fig. 2 so, dass die Basis vertical ist; die letztere Stellung wurde deshalb gewählt, weil die monokline Symmetrie am besten heraustritt. Fig. 3 ist eine Projection auf die Basis, aus dieser Figur und aus der sphärischen Projection Fig. 13 können die Beziehungen der Formen und die hauptsächlichsten Zonen leicht ersehen werden. Die beobachteten Formen sind:

$a\{100\}\infty\breve{P}\infty$	$e\{302\}-\frac{3}{2}\breve{P}\infty$	$r\{112\}-\frac{1}{2}P$	$k\{122\}-\breve{P}2$
$b\{010\}\infty\breve{P}\infty$	$t\{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$	$q\{332\}-\frac{3}{2}P$	$w\{3.12.4\}-3\breve{P}4$
$c\{001\}0P$	$v\{031\}3\breve{P}\infty$	$n\{331\}-3P$	$z\{\bar{3}94\}\frac{9}{4}\breve{P}3$.
$m\{110\}\infty P$	$s\{061\}6\breve{P}\infty$	$\pi\{\bar{3}31\}3P$	

Das Axenverhältniss wurde aus denjenigen Winkeln abgeleitet, welche in der Winkeltabelle mit * versehen sind, und zum Vergleiche sind die Axenverhältnisse herangezogen, welche Haidinger für die Ehrenfriedersdorfer und Dana für die Herderitkrystalle von Stoneham erhielten.

Autor	$\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0{,}63075 : 1 : 0{,}42742$;	$\beta = 89^0 54'$
Haidinger	$\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0{,}6261 : 1 : 0{,}4247$;	$\beta = 90$
Dana	$\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0{,}6206 : 1 : 0{,}42346$;	$\beta = 90$

Der Winkel β ist fast genau 90^0, es kann jedoch über den monoklinen Charakter der Krystalle kein Zweifel aufkommen, wenn man die Flächen-

*) Americ. Journ. Sc. 1884, **27**, 229. Diese Zeitschr. **9**, 279.

entwickelung betrachtet. Die in Fig. 1 gezeichneten Formen sind fast unveränderlich zugegen. Die Basis c liefert stets gute Reflexe, ihre Combinationskanten mit dem Doma t sind stets gekrümmt und laufen in einen Punkt zusammen, wo sie an die Pyramide z stossen, siehe Fig. 2. Die Combinationskante zwischen t und z ist ausnahmslos gerundet ganz besonders dort, wo c, t und z aneinander grenzen. Die Pyramide z, welche in Folge dieser Rundungen keine befriedigenden Messungen gestattet, wurde sichergestellt durch ihre Lage in der Zone $mekt$ und mv. Die Pyramiden q und n sind gewöhnlich parallel ihrer Schnittkante gestreift.

In nachstehender Tabelle gebe ich einige der gemessenen Winkelwerthe mit den aus dem Axenverhältnisse berechneten. Die Uebereinstimmung ist grösstentheils eine sehr gute; wo die Schwankungen beträchtlicher werden, sind die in Betracht kommenden Flächen entweder gerundet oder in anderer Weise zu genauen Messungen ungeeignet.

Winkeltabelle.

		Gemessen:	Berechnet:
$c : a$	$= (001):(100)$	$= *89^{0}54'$	—
$c : e$	$= (001):(302)$	$= *45\ 25$	—
$b : v$	$= (010):(031)$	$= *37\ 57$	—
$c : m$	$= (001):(110)$	$=$ —	$89^{0}55'$
$b : m$	$= (010):(110)$	$= 57\ 47$	$57\ 45\frac{1}{2}$
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	$= 64\ 25$	$64\ 29$
$c : r$	$= (001):(112)$	$= 21\ 52$	$21\ 49$
$r : r$	$= (112):(1\bar{1}2)$	$= 22\ 43$	$22\ 52\frac{1}{2}$
$c : q$	$= (001):(332)$	$= 50\ 8$	$50\ 11$
$q : q$	$= (332):(3\bar{3}2)$	$= 48\ 20$	$48\ 22$
$c : n$	$= (001):(331)$	$= 67\ 7$	$67\ 20$
$n : n$	$= (331):(3\bar{3}1)$	$= 58\ 56$	$58\ 59$
$b : n$	$= (010):(331)$	$= 60\ 30\frac{1}{2}$	$60\ 30\frac{1}{2}$
$c : \mathfrak{n}$	$= (001):(\bar{3}31)$	$=$ —	$67\ 29$
$m : \mathfrak{n}$	$= (\bar{1}10):(\bar{3}31)$	$= 22\ 23$	$22\ 36$
$\mathfrak{n} : \mathfrak{n}$	$= (\bar{3}31):(\bar{3}\bar{3}1)$	$=$ —	$59\ 3$
$c : k$	$= (001):(122)$	$=$ —	$28\ 35\frac{1}{2}$
$k : k$	$= (122):(1\bar{2}2)$	$=$ —	$44\ 3\frac{1}{2}$
$r : k$	$= (112):(122)$	$= 11\ 3$	$10\ 35\frac{1}{2}$
$c : t$	$= (001):(032)$	$= 32\ 46$	$32\ 40$
$t : t$	$= (032):(0\bar{3}2)$	$= 65\ 36$	$65\ 20$
$b : s$	$= (010):(061)$	$= 21\ 17$	$21\ 18$
$a : v$	$= (100):(031)$	$= 89\ 55$	$89\ 56$
$a : w$	$= (100):(3.12.4)$	$= 72\ 34$	$72\ 35$
$c : w$	$= (001):(3.12.4)$	$=$ —	$54\ 2$

		Gemessen:	Berechnet:
$w : w =$	$(3.12.4):(3.\bar{1}\bar{2}.4)$	$=$ —	$97^0 36'$
$c : z =$	$(001):(\bar{3}94)$	$=$ —	$47\ 26$
$b : z =$	$(010):(\bar{3}94)$	$= 49^0 0'$	$49\ 22\frac{1}{2}$

Optische Eigenschaften.

Schliffe parallel dem Klinopinakoid zeigen schiefe Auslöschung. Die Axe der grössten Elasticität, zugleich spitze Bisectrix, bildet mit der Klinoaxe einen Winkel von $2\frac{1}{2}^0$ für *Na*-Licht, es ist daher, da β nahezu 90^0 ist, c $2\frac{1}{2}^0$ gegen die Verticalaxe *c* im spitzen Winkel β geneigt. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel dem Klinopinakoid und die Doppelbrechung ist negativ und ziemlich stark. Zur Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten wurde ein Prisma angefertigt, dessen brechende Kante parallel der Orthodiagonale verlief, und dessen optische Orientirung in Folge der geringen Grösse nur eine angenäherte sein konnte. Die Messungsresultate sind unten mitgetheilt. Ferner wurden zwei Platten angefertigt, eine senkrecht zur spitzen Bisectrix und eine parallel zur Basis, welche ja ungefähr senkrecht zur stumpfen Bisectrix liegt. Die erstere war so klein, dass der Axenwinkel in Luft nicht beobachtet werden konnte, sondern in α-Monobromnaphtalin gemessen werden musste ($N_y = 1{,}6572$). Die Resultate, alle für *Na*-Licht gültig, sind:

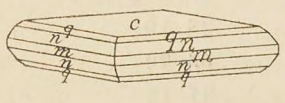
Aus dem Prisma: $\alpha = 21^0 58'$, $\delta = 14^0 16'$, daher $\beta = 1{,}632$

$2H_a =$	$70^0 44'$	$- 2V_a =$	$71^0 59'$
$2H_o =$	$105\ 1$	$- 2V_o =$	$107\ 21$
			$179^0 20'$
		Theoret. Werth	$180\ 0$

Aus $2H_a$ und $2H_o$ berechnen sich die Werthe $2V_a = 72^0 12'$ und $\beta = 1{,}628$; der erstere stimmt ziemlich mit dem oben gefundenen, der letztere differirt um 0,004 von dem mit dem Prisma gefundenen Werthe. Es mag daher der Mittelwerth 1,630 der Wirklichkeit am nächsten liegen. Die Dispersion ist $\varrho > v$ und ausgesprochen geneigt, die Säume der einen Hyperbel sind lebhafter gefärbt wie jene der anderen.

Herderit von Hebron in Maine.

Fig. 4.



Dieses Vorkommen wurde 1890 entdeckt und zwar wurden nur wenige Krystalle (etwa 2—3 g) aufgefunden. Ihre Grösse beträgt 3—5 mm. Beim Glühen im Glasrohre liefern sie ein fast neutrales Wasser. Zur Messung waren nur einige Krystalle geeignet, deren Habitus in Fig. 4 wiedergegeben ist, doch sind sie nur halbseitig ausgebildet, weil sie mit einem Ende der *b*-Axe aufgewachsen waren. Einige sind auch zu

nicht mehr ganz parallelen Gruppen verwachsen. Die beobachteten Flächen sind: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{331\}$ und $q\{332\}$. Die Basis ist nicht regelmässig beschaffen und giebt minder gute Reflexe, die übrigen Flächen sind etwas gestreift, m und q nur schmal oder fehlend. Die den nachfolgenden Messungen beigesetzten berechneten Winkel sind aus Dana's Axenverhältniss des Herderit von Stoneham abgeleitet.

				Berechnet:
$n : n = (331) : (33\bar{1}) =$	$45^0\ 7'$	$*45^0 10'$	$45^0 26'$	$45^0\ 6'$
$n : n = (331) : (\bar{3}31) =$	$*102\ 22$	$103\ 7$		$103\ 24$
$n : m = (331) : (110) =$	$22\ 14$	$22\ 53$		$22\ 33$
$n : q = (331) : (332) =$	$16\ 50$	$16\ 32$		$17\ 9$

Einer der besten Werthe $n : n = 102^0 22'$ stimmt mit dem Dana'schen berechneten weniger gut, ist aber wohl sehr nahe gelegen dem berechneten Werthe des Hydroherderits von Paris. Wären die Krystalle Zwillinge nach der Basis, so müsste der berechnete Werth $102^0 55'$ betragen, wenn dieselben aber einfach sind, $102^0 41'$. Spec. Gew. und chemische Zusammensetzung sind bereits auf S. 119 mitgetheilt.

Herderit von Stoneham in Maine.

An den Krystallen dieser Localität wurden folgende Formen festgestellt: b, c, m, e, s, v, t, q, n und π, Formen, welche auch der Herderit von Paris in Maine aufweist, ausser diesen aber noch:

$l\{120\}\infty\breve{P}2$ $\quad e\{\bar{3}02\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ $\quad p\{111\}P$ $\quad x\{\bar{3}62\}3\breve{P}2$.
$d\{101\}-\breve{P}\infty$ $\quad u\{011\}\breve{P}\infty$ $\quad q\{\bar{3}32\}\frac{3}{2}P$

Mit Ausnahme von d, welches Hidden*) erwähnt, wurden alle diese Formen von Dana beobachtet, das Prisma $\mu\{130\}$ und die Pyramide y $3\breve{P}3$, welche er ebenfalls anführt, konnten von mir nicht aufgefunden werden; die Lage von y im monoklinen Systeme kann deshalb nicht bestimmt werden. Fig. 5 und 6, welche, mit Ausnahme der Buchstabenbezeichnung, Copieen aus Dana's Arbeit sind, repräsentiren die vorherrschenden Combinationen. Die Krystalle sind Penetrationszwillinge, welche ähnlich wie der Stilbit, die rhombische Symmetrie nachahmen. Die Zwillingsebene kann sowohl die Basis als auch das Orthopinakoid sein, was, da β nahezu gleich 90^0 und die Beschaffenheit der

Fig. 5.

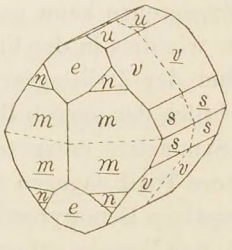
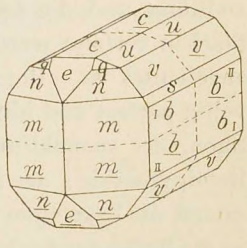


Fig. 6.



*) Americ. Journ. Sc. 1886, **32**, 209. Ref. diese Zeitschr **12**, 507.

Flächen hinreichend scharfe Bestimmungen nicht zulässt, nicht mit Bestimmtheit entschieden werden kann. Werden die Flächen oben vorn und hinten unten als in normaler und paralleler Stellung angenommen, so sind die übrigen in Zwillingsstellung, was durch unter die Buchstaben gesetzte Striche angedeutet ist. Fig. 7, ein Krystallfragment von einem Stücke aus der Brush'schen Sammlung wiedergebend, zeigt deutlich die monokline Symmetrie in der Entwickelung der Flächen e, q und n, welche grösser

Fig. 7.

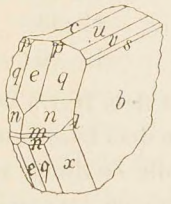


Fig. 8.

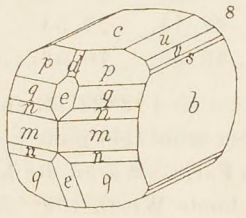
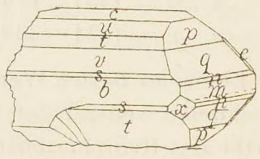


Fig. 9.



sind als $\mathfrak{e}$, $\mathfrak{q}$ und $\mathfrak{n}$, sowie in dem Auftreten der Pyramide x zwischen b und $\mathfrak{q}$ und nicht auch zwischen b und q. Ein Dünnschliff nach b aus diesem Krystalle liess keinerlei Zwillingsbildung erkennen. Fig. 8 zeigt die Ausbildung eines in der Bement'schen Sammlung befindlichen Krystalles, welcher so günstig aufgewachsen war, dass fast alle seine Flächen beobachtet werden konnten. Der monokline Charakter tritt in ausgezeichneter Weise hervor durch das Auftreten von d und p einzig im oberen vorderen und hinteren unteren Theile des Krystalles. Der in Fig. 9 abgebildete Krystall, ebenfalls in der Bement'schen Sammlung befindlich, gilt für den grössten der in Stoneham gefundenen Krystalle und wurde bereits früher von Hidden*) beschrieben. Er misst parallel den krystallographischen Axen a 23 mm, b 25 mm, c 18 mm und war mit einem Ende der Klinoaxe aufgewachsen; in der Zeichnung ist $(0\bar{1}0)$ nach vorn gewendet. Er ist verzwillingt und die Zwillingsgrenze kann ganz deutlich auf den m- und x-Flächen verfolgt werden, wie dies in der Figur durch die gestrichelte Linie angedeutet ist. Der über der Zwillingsgrenze gelegene Theil von x ist völlig perfect und hinsichtlich der oberen Hälfte des Krystalles in der richtigen, der monoklinen Symmetrie entsprechenden Position einer positiven Hemipyramide, der untere Theil dagegen ist sehr uneben und vicinal und nimmt die Lage einer negativen Hemipyramide ein, dieselbe ist jedoch nicht in die Reihe der beobachteten Formen aufgenommen worden, da sie weniger eine wirkliche Fläche, als vielmehr eine Fortwachsung ist, um die Fläche x im unteren Theile des Zwillings zu ergänzen.

Wie bereits bemerkt, ist das Material von Stoneham ein Hydrofluor-Herderit, mit $OH : Fl$ ungefähr im Verhältniss 3 : 2, er ermöglicht daher in

*) loc. cit.

der günstigsten Weise einen Vergleich mit dem Hydroherderit von Paris zur Entscheidung der Frage, ob die theilweise Ersetzung von Hydroxyl durch Fluor eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften hervorgerufen hat. Unglücklicherweise haben die Krystalle eine so starke Tendenz zur vicinalen Flächenausbildung, dass es schwierig ist genügend scharfe Messungen zu erhalten. Aus dem Fehlen von einspringenden Winkeln an dem Zwillinge geht hervor, dass β sehr nahe 90° sein muss, genau konnte derselbe nicht gemessen werden. Zwei Krystalle mit besseren Flächen gaben folgende Messungen, von denen namentlich die unter I. besonders gut sind.

	Gemessen. I.	Gemessen. II.	Berechnet. Dana:	Berechnet für Hydroherderit:
$m : m = (110):(1\bar{1}0) =$	—	63°57′	63°39′	64°29′
$n : n = (331):(3\bar{3}1) =$	58°19′	58 21	58 17½	58 59
$q : q = (332):(3\bar{3}2) =$	—	47 58	47 52	48 27
$s : s = (061):(0\bar{6}1) =$	137 12	—	137 2	137 23½

Die Messungen stimmen, wie ersichtlich, in befriedigender Weise mit Dana's berechneten Werthen überein, weichen aber beträchtlich von den Werthen für Hydroherderit ab. Das Axenverhältniss Dana's ist deswegen beibehalten worden und nachstehend mit dem von mir für Hydroherderit gefundenen verglichen.

Hydrofluor-Herderit $a : b : c = 0{,}62060 : 1 : 0{,}42345$; β nahe 90° 0′
Hydroherderit $a : b : c = 0{,}63075 : 1 : 0{,}42742$; β - 89 54

Die theilweise Substitution von Hydroxyl durch Fluor hat daher einen merklichen Einfluss auf das Axenverhältniss ausgeübt, was besonders in der empfindlich verkürzten a-Axe sich ausspricht. Auch die specifischen Gewichte sind verschieden, jenes des Stoneham-Minerals ist 3,006—3,012, also grösser wie jenes des Hydroherderits von Paris und Hebron, 2,952—2,975, was in Anbetracht des höheren Atomgewichts des Fluor 19 gegenüber jenem des Hydroxyls 17, zu erwarten war.

Optische Eigenschaften.

Einige Schliffe parallel dem Klinopinakoid zeigen eine Auslöschungsschiefe von etwa + 2° für gelbes Licht; Schliffe von Zwillingskrystallen wie Fig. 5 oder 6 lassen den Zwilling in ausgezeichneter Weise im polarisirten Lichte hervortreten, derselbe ist in idealer Form in Fig. 14 wiedergegeben. Die gegenüberliegenden Theile I und I, ebenso

Fig. 14.

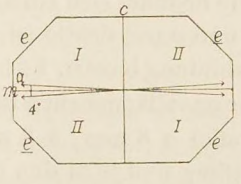
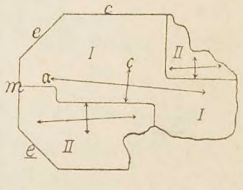


Fig. 15.



II und II löschen gleichzeitig aus. Die thatsächliche Anordnung der Theile I und II zeigt Fig. 15, welche einen Schnitt durch einen Krystall vom Aussehen wie Fig. 6 vorstellt. Die Pfeile markiren die Auslöschungsrichtungen.

Der mittlere Brechungsindex wurde mittelst eines Prismas, dessen brechende Kante parallel der Orthoaxe und der optische Axenwinkel an einer Platte senkrecht zur spitzen Bisectrix, bestimmt. Die Beobachtungen im Natriumlicht ergaben:

			Hydroherderit:
vom Prisma:	$\alpha = 22^0 55'$, $\delta = 14^0 24$,	daraus $\beta = 1{,}612$,	$\beta = 1{,}630$
	$2E_a = 128^0 25'$,	daraus $2V_a = 67^0 56'$	$2V = 71^0 59'$
	$2H_a = 66\ \ 0$	- $2V_a = 68\ \ 7$	$2V = 71\ \ 59$

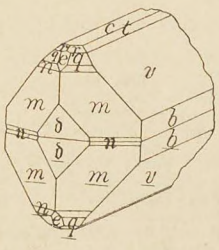
Die Doppelbrechung ist negativ, die Dispersion $\varrho > v$ und deutlich geneigt. Bertrand*) bestimmte die Brechungsindices wie folgt: $\alpha = 1{,}621$; $\beta = 1{,}612$; $\gamma = 1{,}592$. Den Winkel der optischen Axen hat Des Cloizeaux**) bestimmt. Die von ihm benutzte optische Platte ist ohne Zweifel aus einem Zwillingskrystalle geschnitten, da er angiebt, dass zu beiden Seiten der Bisectrix zwei Reihen Ringe sichtbar waren, dies ist leicht begreiflich, wenn man die Fig. 14 betrachtet, da ein Schnitt parallel dem Orthopinakoid ungefähr normal zu den Mittellinien sein würde. Er giebt für $2E$ für die inneren Hyperbeln $121^0 22'$, für die äusseren 130^0, der wahre Werth sollte in der Mitte liegen.

Die optischen Eigenschaften zeigen uns demnach, dass durch die theilweise Substitution des Hydroxyls durch Fluor die Lage der optischen Elasticitätsaxen nicht wesentlich geändert wurde, dass aber der mittlere Brechungsexponent und der optische Axenwinkel vermindert wurde.

Herderit von Auburn in Maine.

Der Herderit dieses Fundortes ist nach seinem Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre ein Hydrofluor-Herderit.

Fig. 10.



Das Material ist ein sehr spärliches, und besteht nur aus einem Handstücke in der Bement'schen Sammlung und zwei Krystallen, dem Herrn T. Lamb in Portland, Maine, gehörig. Auf der Bement gehörigen Stufe befindet sich ein Krystall, welcher fast völlig farblos und durchsichtig ist, und die in Fig. 10 dargestellte Ausbildung besitzt. Er ist auf Albit und einen grösseren, aber unvollkommenen Herderit aufgewachsen und misst parallel a 8 mm, b 8 mm und c 11 mm. Er ist ein Zwilling und lässt den einspringenden Winkel auf den

*) Bull. Soc. min. de France 1886, **9**, 142; diese Zeitschr. **11**, 191.

) Ebenda 142; diese Zeitschr. **11, 191.

Flächen des Domas $\delta(\bar{3}01)$ erkennen, diese Form ist stark vicinal entwickelt und nur durch ihren Zonenverband vm und nicht durch Messungen bestimmt worden. Einige der grösseren Flächen sind matt und nicht zu Messungen geeignet, die Flächen von m, n und q sind dagegen, eine leichte Streifung parallel ihrer gemeinschaftlichen Schnittrichtung ausgenommen, sehr vollkommen und geben folgende Winkelwerthe:

		Stoneham-Herderit:	Hydroherderit:
$m : m$	oberer Kryst. 63°53′	63°39′	64°29′
$m : m$	unterer - 63 52	63 39	64 29
$n : n$	oberer - 58 31	58 17½	58 59
$n : n$	unterer - 58 30	58 17½	58 59
$q : q$	47 54	47 52	48 22
$m : n$	22 22	22 33	22 35
$m : q$	39 36½	39 42	39 39

Aus den Werthen $m : n$ und $n : n$, welche zweifellos sehr gut sind, ist zu entnehmen, dass diese Varietät weniger Fluor enthält als jene von Stoneham, indem diese Werthe etwas grösser sind und sich jenen des Hydroherderits nähern. Die Herrn Lamb gehörigen Krystalle dieses Fundortes sind von gleicher Ausbildungsweise, aber nicht so vollkommen und zeigen keinen einspringenden Winkel.

Herderit von Greenwood in Maine.

In dieser Gemeinde hat man an zwei Stellen Herderit gefunden. An einer Stelle einen Hydroherderit, welcher nur durch eine kleine Stufe in der Brush'schen Sammlung und einige Krystalle, im Besitze des Herrn G. Noyes in Norway in Maine, vertreten ist. Die Krystalle, welche 15 mm im Durchmesser erreichen, sind sehr flächenarm und zu Messungen nicht wohl brauchbar. Mit dem Anlegegoniometer wurden folgende Formen festgestellt: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $t\{032\}$ und $\zeta\{\bar{3}64\}\frac{3}{2}P2$.

Fig. 11.

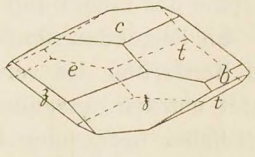
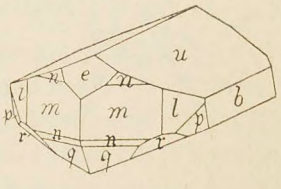


Fig. 12.



Die Ausbildungsweise veranschaulicht Fig. 11; ζ ist nur an Krystallen dieses Fundortes beobachtet worden.

An einer zweiten Fundstelle dagegen fand sich ein Hydrofluorherderit, von welchem sich eine einzige Stufe im Besitze des Herrn Noyes befindet. Sie zeigt einige Krystalle, welche auf einem grossen Quarzkrystalle aufgewachsen sind; der grösste unter ihnen misst in den Richtungen der Axen a 9 mm, b 5 mm und c 3,5 mm, Habitus wie in Fig. 12. Die Krystalle sind zu Messungen nicht

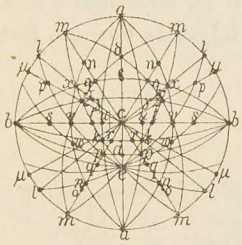
besonders geeignet und durften auch nicht losgelöst werden. Mittelst Wachsabdrücken wurden folgende Formen festgestellt: $b\{010\}$, $m\{110\}$, $l\{120\}$, $e\{302\}$, $u\{011\}$, $n\{331\}$, $\mathfrak{n}\{\bar{3}31\}$, $\mathfrak{q}\{\bar{3}32\}$, $\mathfrak{r}\{\bar{1}21\}2\breve{P}2$ und $\mathfrak{p}\{\bar{3}91\}$ $9\breve{P}3$. Die beiden letzten Formen wurden nur an Krystallen dieses Fundortes beobachtet, $\mathfrak{q}$, $\mathfrak{r}$ und $\mathfrak{p}$ sind gerundet, und gleichen die Krystalle hierin jenen von Paris, bei welchen die positiven Hemipyramiden ebenfalls gerundet und undeutlich sind.

Herderit von Ehrenfriedersdorf, Sachsen.

Das Material von diesem Fundorte ist ausserordentlich selten und stand mir zur Untersuchung nicht zu Gebote. Es ist aber unzweifelhaft monoklin, und der rhombische Habitus der Krystalle ist das Resultat der Zwillingsbildung. Aus der optischen Beschreibung von Des Cloizeaux*) geht ohne jeden Zweifel hervor, dass er einen Zwillingskrystall unter den Händen hatte, da er angiebt, dass um die spitze Bisectrix drei Reihen von Ringsystemen zu beobachten waren. Für $2E$ giebt er $124^0\,35'$, $123^0\,10'$ und $122^0\,24'$. Sein Axenverhältniss lässt erkennen, dass die chemische Zusammensetzung des Minerals eine zwischen der des Herderits von Stoneham und Paris gelegene ist.

Folgerungen. Wie wir gesehen haben, ist der Herderit von variabler Zusammensetzung und es erscheint angebracht, die verschiedenen Varietäten durch ein passendes Beiwort zu unterscheiden. Gerade so wie wir von Fluor-Apatit und Chlor-Apatit reden, so können wir auch Hydro-Herderit, Fluor-Herderit unterscheiden, die isomorphen Mischungen dagegen als Hydrofluor-Herderit bezeichnen. Die Axenverhältnisse und andere physikalische Eigenschaften ändern sich mit der chemischen Zusammensetzung und die in vorstehender Arbeit gegebenen Resultate sind ein weiterer Beitrag zur Kenntniss der Isomorphie des Fluors und Hydroxyls.

Fig. 13.



Im Folgenden sind die 29 Formen, welche an den Herderiten der verschiedenen Fundorte beobachtet wurden, zusammengestellt, die beigefügten Buchstaben bezeichnen die hervorragendsten Localitäten, nämlich: *A* Auburn, *E* Ehrenfriedersdorf, *P* Paris, *S* Stoneham, *G* Greenwood. Die Beziehungen der Formen zu einander sind aus der sphärischen Projection Fig. 13 ersichtlich.

*) loc. cit.

Pinakoide.

$a\{100\}\infty\breve{P}\infty$	*E P*
$b\{010\}\infty\breve{P}\infty$	*A P S G*
$c\{001\}0P$	*A E P S*

Prismen.

$m\{110\}\infty P$	*A E P S G*
$l\{120\}\infty\breve{P}2$	*S G*
$\mu\{130\}\infty\breve{P}3$	*S*

Orthodomen.

$d\{101\}-\breve{P}\infty$	*S*
$e\{30?\}-\frac{3}{2}\breve{P}\infty$	*A P S G*
$\mathfrak{e}\{\bar{3}02\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$	*S*
$\mathfrak{d}\{\bar{3}01\}3\breve{P}\infty$	*A*

Klinodomen.

$u\{011\}\breve{P}\infty$	*S G*
$t\{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$	*A E P S*
$v\{031\}3\breve{P}\infty$	*A P S*
$s\{061\}6\breve{P}\infty$	*E P S*

Pyramiden.

$r\{112\}-\frac{1}{2}P$	*A P*
$p\{112\}-P$	*E S*
$q\{332\}-\frac{3}{2}P$	*A P S*

$n\{331\}-3P$	*A E P S G*	$\mathfrak{n}\{\bar{3}31\}3P$	*A S G*
$o\{441\}-4P$	*E*	$\mathfrak{z}\{\bar{3}64\}\frac{3}{2}\breve{P}2$	*G*
$k\{122\}-\breve{P}2$	*P*	$\mathfrak{x}\{\bar{1}21\}2\breve{P}2$	*G*
$w\{3.12.4\}-3\breve{P}4$	*P*	$x\{\bar{3}62\}3\breve{P}2$	*S*
$y?\begin{cases}\{131\}-3\breve{P}3\\ \{\bar{1}31\}3\breve{P}3\end{cases}$	*S*	$\mathfrak{z}\{\bar{3}94\}\frac{9}{4}\breve{P}3$	*P*
$\mathfrak{q}\{\bar{3}32\}\frac{3}{2}P$	*P S G*	$\mathfrak{p}\{\bar{3}91\}9\breve{P}3$	*G*

Die Fundstellen dieses seltenen Minerals in Maine liegen alle nur wenige Meilen auseinander, Greenwood, Hebron, Paris und Stoneham liegen im Oxford County, während die angrenzende Stadtgemeinde Auburn im Androscoggin County gelegen ist. Diese Vorkommen haben etwas Gemeinsames mit jenem von Ehrenfriedersdorf, indem beide in Granit- und Gneissgebieten gelegen und mit Kassiterit, Topas und Beryll vergesellschaftet sind.

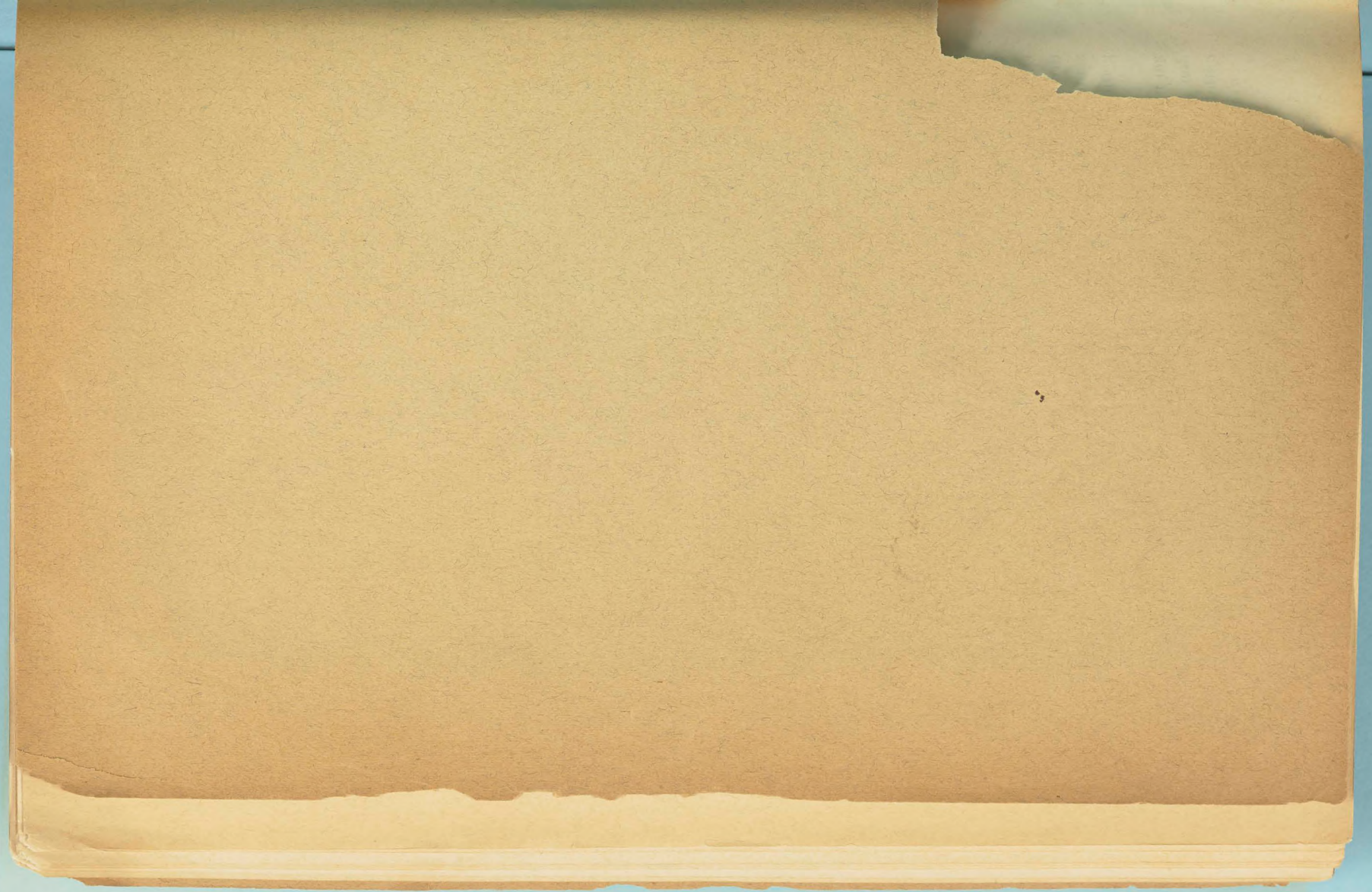
Der Herderit nähert sich bezüglich seiner Stellung im Mineralsysteme am meisten der monoklinen Wagnerit-Triplit-Triploidit-Gruppe. Zwischen den Axen a und b zeigt sich eine sehr innige Beziehung, während zwischen c und β dieselbe nicht so klar darliegt.

		a	: b :	c	
Hydroherderit	$Ca(BeOH)PO_4$	0,6307	: 1 :	0,4274	89°54′
Hydrofluor-Herderit	$Ca(Be(OH.Fl))PO_4$	0,6206	: 1 :	0,4234	sehr nahe 90°
		$\frac{1}{3}a$	: b :	c	
Wagnerit	$Mg(MgFl)PO_4$	0,6362	: 1 :	1,5059	71°53′
Triplit	$R(RFl)PO_4$	?	?	?	?
Triploidit	$R(ROH)PO_4$	0,6190	: 1 :	1,4925	71°46′
Sarkinit	$Mn(MnOH)AsO_4$	0,6672	: 1 :	1,5154	62 13½

$R = Mn$ und Fe.

In dieser Gruppe vertreten einander Fluor und Hydroxyl isomorph, und bekanntlich ist der Triploidit das erste Mineral, an dem dieser Isomorphismus durch Brush und Dana*) aufgefunden wurde.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, allen in der Arbeit genannten Herren, welche durch gütige Ueberlassung des in ihrem Besitze befindlichen Materials diese Arbeit ermöglichten, den besten Dank auch an dieser Stelle auszudrücken.

Mineral.-petrogr. Laboratorium
Sheffield Scientific School, Januar 1894.

*) Diese Zeitschr. 1878, **2**, 542.